

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-009734
(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.CI. H04J 11/00
H04B 7/26
H04B 14/00
H04L 1/00

(21)Application number : 2000-193146
(22)Date of filing : 27.06.2000

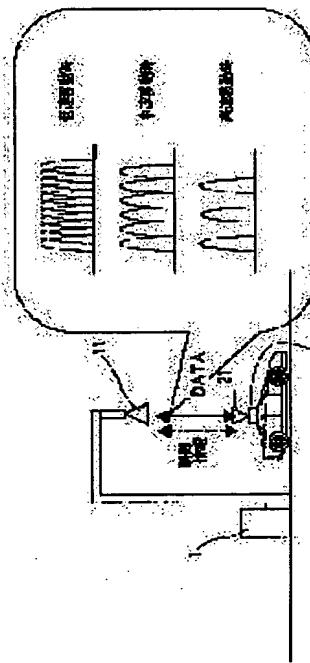
(71)Applicant : DENSO CORP
(72)Inventor : SAWADA MANABU
KUWABARA MASAHIRO

(54) COMMUNICATION SYSTEM EMPLOYING OFDM SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a communication system adopting the OFDM system where a reception characteristics of a receiver side is not largely deteriorated even on the occurrence of a Doppler shift in a transmitted signal due to movement of a mobile station.

SOLUTION: In the communication system that makes communication adopting the OFDM system between an on-road station 1 and the mobile station 2, the mobile station 2 transmits control information for the communication to the on-road station 1 while decreasing the number of subcarriers of an OFDM signal as the moving speed gets higher. In the case of communication of the OFDM signal between the mobile station 1 and the on-load station 2, the number of subcarriers of the OFDM signal is decreased as the mobile speed gets higher. Thus, even on the occurrence of a Doppler shift between the mobile station 1 and the on-load station 2 due to the movement of the mobile station 2, the reception characteristics at the receiver side is not drastically deteriorated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.05.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-9734

(P2002-9734A)

(43)公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51)Int.Cl.⁷

H04J 11/00
H04B 7/26
14/00
H04L 1/00

識別記号

F I

H04J 11/00
H04B 14/00
H04L 1/00
H04B 7/26

テマコード(参考)

Z 5K014
E 5K022
E 5K041
J 5K067

審査請求 未請求 請求項の数28 O.L (全 18 頁)

(21)出願番号

特願2000-193146(P2000-193146)

(22)出願日

平成12年6月27日 (2000.6.27)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 澤田 学

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 桑原 雅宏

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74)代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

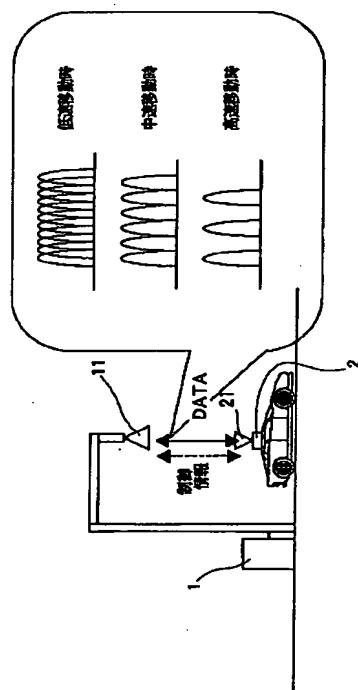
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 OFDM方式を用いた通信システム

(57)【要約】

【課題】 移動局の移動によって送信する信号にドップラーシフトが起きても、受信側の受信特性が大きく劣化しないようにする。

【解決手段】 路上局1と移動局2の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムにおいて、移動局2は、移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくして通信を行うための制御情報を路上局1に送信する。そして、移動局1と路上局2との間でOFDM信号により通信を行う場合に、移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくする。このことにより、移動局2の移動により路上局1との間でドップラーシフトが起こっても、受信側での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定局と移動局の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムにおいて、

前記移動局の移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくして前記通信を行うことを特徴とする通信システム。

【請求項2】 前記移動速度が大きいほど前記OFDM信号の情報伝送レートを低下させて前記通信を行うことを特徴とする請求項1に記載の通信システム。

【請求項3】 前記OFDM信号の情報伝送レートを一定にして前記通信を行うことを特徴とする請求項1に記載の通信システム。

【請求項4】 固定局と移動局の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムにおいて、

前記移動局の移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア変調方式を誤りに強いものにして前記通信を行うことを特徴とする通信システム。

【請求項5】 前記移動速度が大きいほど前記OFDM信号の情報伝送レートを低下させて前記通信を行うことを特徴とする請求項4に記載の通信システム。

【請求項6】 固定局と移動局の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムにおいて、

前記移動局の移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号の誤り訂正符号化レートを誤りに強いものにして前記通信を行うことを特徴とする通信システム。

【請求項7】 前記移動速度が大きいほど前記OFDM信号の情報伝送レートを低下させて前記通信を行うことを特徴とする請求項6に記載の通信システム。

【請求項8】 請求項1に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくして前記通信を行うための制御情報を前記固定局に通達するとともに、前記キャリア数に応じて前記送信手段および／または前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする移動局。

【請求項9】 請求項2に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくしつつ前記OFDM信号の情報伝送レートを低下させて前記通信を行うための制御情報を前記固

定局に通達するとともに、前記キャリア数および前記情報伝送レートに応じて前記送信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする移動局。

【請求項10】 請求項3に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくして前記通信を行うための制御情報を前記固定局に通達するとともに、前記移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくし、かつ前記OFDM信号の情報伝送レートを一定にして前記固定局に送信を行うように前記送信手段を制御することを特徴とする請求項7に記載の移動局。

【請求項11】 請求項4に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア変調方式を誤りに強いものにして前記通信を行うための制御情報を前記固定局に通達するとともに、前記サブキャリア変調方式に応じて前記送信手段および／または前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする移動局。

【請求項12】 請求項5に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア変調方式を誤りに強いものにしつつ前記OFDM信号の情報伝送レートを低下させて前記通信を行うための制御情報を前記固定局に通達するとともに、前記サブキャリア変調方式および前記情報伝送レートに応じて前記送信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする移動局。

【請求項13】 請求項6に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどOFDM信号の誤り訂正符号化レートを誤りに強いものにして前記通信を行うための制御情報を前記固定局に通達するとともに、前記誤

り訂正符号化レートに応じて前記送信手段および／または前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする移動局。

【請求項14】 請求項7に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどO F DM信号の誤り訂正符号化レートを誤りに強いものにしつつ前記O F DM信号の情報伝送レートを低下させて前記通信を行うための制御情報を前記固定局に通達するとともに、前記誤り訂正符号化レートおよび前記情報伝送レートに応じて前記送信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする移動局。

【請求項15】 前記制御手段は、前記送信手段を用いて前記制御情報を前記固定局に通達することを特徴とする請求項8ないし14のいずれか1つに記載の移動局。

【請求項16】 前記固定局に無線通信で情報を伝達できる無線通信手段を備え、前記制御手段は、前記無線通信手段を用いて前記制御情報を前記固定局に通達することを特徴とする請求項8ないし14のいずれか1つに記載の移動局。

【請求項17】 請求項8に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記送信された制御情報に基づく前記O F DM信号のサブキャリア数に応じて前記送信手段および／または前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【請求項18】 請求項9に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記送信された制御情報に基づいて前記O F DM信号のサブキャリア数および情報伝送レートに応じた受信処理を行うように前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【請求項19】 請求項10に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記送信された制御情報に基づいて前記O F DM信号のサブキャリア数に応じた受信処理を行うように前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【請求項20】 請求項11に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記送信された制御情報に基づく前記O F DM信号のサブキャリア変調方式に応じて前記送信手段および／または前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【請求項21】 請求項12に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記送信された制御情報に基づいて前記O F DM信号のサブキャリア変調方式および情報伝送レートに応じた受信処理を行うように前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【請求項22】 請求項13に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記送信された制御情報に基づく前記O F DM信号の誤り訂正符号化レートおよび情報伝送レートに応じた受信処理を行うように前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【請求項23】 請求項14に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記送信された制御情報に基づいて前記O F DM信号の誤り訂正符号化レートおよび情報伝送レートに応じた受信処理を行うように前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【請求項24】 請求項1に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じ、前記移動速度が大きいほどO F DM信号のサブキャリア数を少なくして前記固定局に送信を行うように前記送信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする移動局。

【請求項25】 請求項24に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記移動局から送信されたO F DM信号に基づいて前記O F DM信号のサブキャリア数を推定する手段と、前記推定されたサブキャリア数に応じて前記O F DM信号の受信処理を行うように前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【請求項26】 固定局と移動局の間でO F DM方式を

用いて通信を行う通信システムにおいて、前記移動局の移動速度に応じた通信方式で前記通信を行うことを特徴とする通信システム。

【請求項27】請求項26に記載の通信システムに用いる移動局であって、

前記固定局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

移動速度を検出する移動速度検出手段と、

前記移動速度検出手段によって検出された移動速度に応じた通信方式で前記固定局と通信を行うように前記送信手段および／または前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする移動局。

【請求項28】請求項27に記載の移動局と通信を行う固定局であって、

前記移動局と通信を行うための送信手段および受信手段と、

前記移動局の移動速度を測定する移動速度測定手段と、前記移動速度測定手段によって測定された移動速度に応じた通信方式で前記移動局と通信を行うように前記送信手段および／または前記受信手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする固定局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固定局と移動局の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムおよびその通信システムに用いられる移動局並びに固定局に関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】DSCR (Dedicated Short-Range Communication)において、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式を用いて、移動局と路上局との間の通信を行うことが検討されている。

【0003】この場合、移動局が移動すると、送信側から送信する信号にドップラーシフトが起きる。OFDM方式の場合には、周波数軸にキャリアをマッピングしてあるため、ドップラシフトが起こると、送信側で送信した周波数と受信側で受信した周波数がずれる。そのずれ方は、移動局の移動速度によって移動速度が大きいほど大きくずれる。周波数が大きくずれると、隣のキャリアと自分のキャリアが受信側で混じるなど、受信特性が大きく劣化する。

【0004】本発明は上記問題に鑑みたもので、移動局の移動によって送信する信号にドップラーシフトが起きても、受信側の受信特性が大きく劣化しないようにすることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、固定局と移動局の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムにおいて、

て、移動局の移動速度に応じ、移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくして通信を行うことを特徴としている。

【0006】このように移動局の移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア数を少なくしているから、移動局の移動により固定局との間でドップラーシフトが起こっても、受信側で隣のキャリアと自分のキャリアが混じる度合いを少なくすることができ、受信側での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。

10 【0007】この場合、請求項2に記載の発明のように、移動速度が大きいほどOFDM信号の情報伝送レートを低下させて通信を行うほか、請求項3に記載の発明のように、OFDM信号の情報伝送レートを一定にして通信を行うことができる。

【0008】請求項4に記載の発明では、固定局と移動局の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムにおいて、移動局の移動速度に応じ、移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア変調方式を誤りに強いものにして通信を行うことを特徴としている。

20 【0009】この発明のように移動局の移動速度が大きいほどOFDM信号のサブキャリア変調方式を誤りに強いものにすることによっても、移動局の移動により固定局との間で生じるドップラーシフトに対して受信側での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。

【0010】この場合、請求項5に記載の発明のように、移動速度が大きいほどOFDM信号の情報伝送レートを低下させて通信を行うのが好ましい。

【0011】請求項6に記載の発明では、固定局と移動局の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムにおいて、移動局の移動速度に応じ、移動速度が大きいほどOFDM信号の誤り訂正符号化レートを誤りに強いものにして通信を行うことを特徴としている。

30 【0012】この発明のように移動局の移動速度が大きいほどOFDM信号の誤り訂正符号化レートを誤りに強いものにすることによっても、移動局の移動により固定局との間で生じるドップラーシフトに対して受信側での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。

【0013】この場合、請求項7に記載の発明のように、移動速度が大きいほどOFDM信号の情報伝送レートを低下させて通信を行うのが好ましい。

40 【0014】請求項8ないし16、および24に記載の発明では、上記した通信システムに用いる移動局を提供することができる。

【0015】また、請求項17ないし23、および25に記載の発明では、上記した通信システムに用いる固定局を提供することができる。

【0016】また、請求項26に記載の発明では、固定局と移動局の間でOFDM方式を用いて通信を行う通信システムにおいて、移動局の移動速度に応じた通信方式で通信を行うことを特徴としている。

【0017】この発明によっても移動局の移動により固定局との間で生じるドップラーシフトに対して受信側での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。

【0018】請求項27、28に記載の発明では、請求項26に記載の通信システムに用いる移動局、固定局を提供することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)図1に、本発明の第1実施形態における、路上局1と移動局2の通信状態を示す。路上局1は、路上に設置され、移動局2は、移動体(例えば車両)に設置されている。路上局1および移動局2は、それぞれ路上局用アンテナ11及び移動局用アンテナ21を備える。

【0020】移動局2は、移動体の移動速度を検出する移動速度手段(例えば、車速センサおよびその処理回路)を有し、この移動速度手段によって検出された移動速度(車速度情報)に基づいて、図2に示すサブキャリア数決定表(マップの形で移動局2に記憶されている)から、路上局1との通信に利用するOFDM信号のサブキャリア数を決定する。

【0021】例えば、移動局2が移動速度Vkm/hで移動していたとすると、移動局2は、サブキャリア数決定表を用い、自車の移動速度Vを基に、サブキャリア数をI(図2の例ではI=3)個のパターンから決定する。すなわち、移動速度Vが $0 \leq V < V_{L1}$ (低速移動時)のときは、サブキャリア数を N_1 とし、移動速度Vが $V_{L1} \leq V < V_{M1}$ (中速移動時)のときは、サブキャリア数を N_2 ($< N_1$)とし、移動速度Vが $V_{M1} \leq V$ (高速移動時)のときは、サブキャリア数を N_3 ($< N_2$)とするように、移動速度が大きくなるにつれて、サブキャリア数を少なくする。

【0022】この実施形態では、サブキャリア数は2のべき乗の数から選択される。最大サブキャリア数が N_{max} のときの情報伝送レートを $F_{n max}$ としたとき、サブキャリア数が $N_{max}/2$ になると情報伝送レートが $F_{n max}/2$ に低下するようになる。このときのサブキャリアの使い方としては、 N_{max} 時に利用していたサブキャリアを一本おきに利用する方式を使う。このため、 $N_{max}/4$ のときには3本おきに利用することとなる。

【0023】図3に、移動局2が路上局1と通信ができるようになった後の移動局2と路上局1との通信タイミングを示す。

【0024】移動局2および路上局1ともそれぞれ送信機および受信機を備え、両者間で以下のような通信を行う。

【0025】移動局2は、上記のようにして決定されたサブキャリア数と情報伝送レートの制御情報を路上局1に送信する。路上局1は、移動局2に対して制御情報を正確に受け取ったことをACKとして送信する。制御情

報、ACKは、画像等のデータ(DATA)に比べて小容量のものであるので、制御情報、ACKを送信する場合、サブキャリア数としては最も少ないもの(例えば、上記した N_1)を用い、誤り訂正符号の符号化レート(以下、誤り訂正符号化レートという)としては最も強力なもの(例えば、1/2)を用い、サブキャリア変調としては最も雑音などに強い変調方式(例えば、BPSK)を用いるように、移動局2と路上局1の間で予め取り決めておく。

10 【0026】次に、移動局2は、路上局1に先に通達しておいたサブキャリア数と情報伝送レートに基づいた信号で大容量のデータ(DATA)を送信する。路上局1は、予め通達されているサブキャリア数と情報伝送レートの情報を基に受信を行い、正確に受信されたことを確認した後に、ACKを送信する。

【0027】図4に、移動局2の送信機構成を示す。この送信機では、従来のものと同じく、送信情報を符号器202で符号化し、マッピング部203でサブキャリア変調を行い、シリアル/パラレル変換器(S/P変換器)204でパラレル信号に変換し、IFFT(逆高速フーリエ変換)部206でIFFT処理を行い、パラレル/シリアル変換器(P/S変換器)207でシリアル信号に変換し、ガードインターバル(GI)付加部208でガードインターバルを付加した後、送信信号を出力する。

【0028】コントローラ(制御手段)201は、車速検出手段からの車速度情報を基に、図2に示すサブキャリア数決定表からサブキャリア数を決定するとともに情報伝送レートを決定し、サブキャリア数と情報伝送レートの制御情報を符号器202およびマッピング部203に送出して路上局1に送信させる。この制御情報の送信および上記したACKを送信する場合には、サブキャリア数を N_1 、誤り訂正符号化レートを1/2、サブキャリア変調方式をBPSKとするように、上記した符号器202、マッピング部203、S/P変換器204が設定される。

【0029】また、コントローラ201は、決定されたサブキャリア数と情報伝送レートに基づいてDATAを送信する際に、符号器202とS/P変換器204を制御する。符号器202は、情報伝送レートを $F_{n max}$ 、 $F_{n max}/2$ 、 $N_{max}/4$ のいずれかで符号化を行うように構成されており、コントローラ201からの信号により、そのときの情報伝送レートに応じた符号化を行う。また、S/P変換器204は、サブキャリア数が N_1 のときは、例えば64シンボルのパラレル信号に変換し、サブキャリア数が N_2 のときは、その半分の32シンボルのパラレル信号に変換し、サブキャリア数が N_3 のときは、さらにその半分の16シンボルのパラレル信号に変換する。32シンボル、16シンボルのパラレル信号に変換する場合には、例えば64シンボルのパラレル信

号に対し信号間に0を挿入するようにして32シンボル、16シンボルのパラレル信号にする。なお、この実施形態におけるDATAの送信においては、誤り訂正符号化レートを3/4、サブキャリア変調方式を16QAMとする。

【0030】図5に、路上局1における受信機の構成を示す。この受信機では、従来のものと同じく、受信した信号に対し同期部101で時間および周波数の同期処理を行い、GI除去部102でガードインターバルを除去し、S/P変換器103でパラレル信号に変換し、FFT(高速フーリエ変換)部104でFFT処理し、等化器105で等化処理を行う。

【0031】等化器105からのパラレル信号は、セレクタ108で、P/S変換器107とキャリア抽出部111のいずれかに選択出力される。コントローラ(制御手段)114は、DATAを受信するとき以外は、等化器105からのパラレル信号をP/S変換器107に選択出力するようセレクタ108を制御する。

【0032】従って、受信信号が制御信号、ACK信号などのときは、等化器105からのパラレル信号がセレクタ108を介してP/S変換器107に出力される。復調部109は、P/S変換器107からのシリアル信号に対しBPSKの方式でサブキャリアの復調を行い、復号器110は、誤り訂正符号化レート1/2で復号を行う。コントローラ114は、復号器110からの信号により、制御情報を受信したときには、ACKを移動局2に送信するよう図示しない送信機を制御し、セレクタ108の選択出力をキャリア抽出部111側に切り換えるようセレクタ108を制御し、さらに制御信号によって通達されたサブキャリア数でキャリアを抽出するようキャリア抽出部111を制御する。

【0033】また、次に移動局2からDATAが送信されたときには、等化器105からのパラレル信号がセレクタ108を介してキャリア抽出部111に出力される。キャリア抽出部111は、上記したサブキャリア数でキャリアの抽出を行い(すなわち、送信側で挿入された0を間引いてキャリアの抽出を行い)、P/S変換器117は、シリアル信号に変換し、復調部112は、16QAMの方式でサブキャリアの復調を行い、復号器113は、誤り訂正符号化レート3/4で復号を行う。そして、復号器113からDATAが送出される。なお、コントローラ114は、DATAを受信したことと示す信号が入力されると、ACKを移動局2に送信するよう図示しない送信機を制御し、セレクタ108の選択出力をP/S変換器107側に切り換えるようセレクタ108を制御する。

【0034】このように、移動局2からは、移動速度を基にして決定されたサブキャリア数と情報伝送レートでDATAを路上局1に送信し、路上局1においては、制御信号により先に通達されたサブキャリア数と情報伝送

レートの情報を基にDATAの受信を行うようにしているから、移動局2の移動により路上局1との間でドップラーシフトが起こっても、路上局1での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。

(第2実施形態)図6に、本発明の第2実施形態における、路上局1と移動局2の通信状態を示す。

【0035】この実施形態では、移動局2は、移動速度手段によって検出された移動速度に基づき、図2に示すサブキャリア数決定表(マップの形で移動局2に記憶されている)から路上局1との通信を利用するOFDM信号のサブキャリア数を第1実施形態と同様に決定する。但し、この実施形態では、最大サブキャリア数がN_{max}のときの情報伝送レートをF_{n max}としたとき、サブキャリア数がN_{max}/2、N_{max}/4のときにも情報伝送レートがF_{n max}となるようにする。このようにすると、各サブキャリアの帯域幅は2倍、4倍に膨らむ。

【0036】移動局2と路上局1との間で、図3に示すような通信を行う場合、移動局2の送信機、路上局1の受信機は、図7、図8のように構成される。以下、第1実施形態との相違部分について説明する。

【0037】この実施形態における移動局2の送信機では、図7に示すように、コントローラ201は、車速検出手段からの車速度情報を基に、図2に示すサブキャリア数決定表からサブキャリア数を決定し、サブキャリア数の制御情報を符号器202に送出して路上局1に送信させる。

【0038】また、コントローラ201は、決定されたサブキャリア数に基づいてDATAを送信する際に、S/P変換器204およびIFFT部206およびP/S変換器207を制御する。例えば、S/P変換器204は、サブキャリア数がN_cのときは、64シンボルのパラレル信号に変換し、サブキャリア数がN_sのときは、その半分の32シンボルのパラレル信号に変換し、サブキャリア数がN_uのときは、さらにその半分の16シンボルのパラレル信号に変換する。同様に、IFFT部206は、サブキャリア数がN_cのときは、64ポイントのIFFT処理を行い、サブキャリア数がN_sのときは、32ポイントのIFFT処理を行い、サブキャリア数がN_uのときは、16ポイントのIFFT処理を行う。同様に、P/S変換器207は、サブキャリア数がN_cのときは、64シンボルをシリアル信号に変換し、サブキャリア数がN_sのときは、32シンボルのパラレル信号をシリアル信号に変換し、サブキャリア数がN_uのときは、16シンボルをシリアル信号に変換する。なお、この実施形態においてもDATAの送信においては、誤り訂正符号化レートを3/4、サブキャリア変調方式を16QAMとする。

【0039】また、この実施形態における路上局1の受信機では、図8に示すように、コントローラ114は、制御情報を受信したときに、その制御信号により通達さ

れたサブキャリア数に応じ、S/P変換器103、FFT部104、等化器105、P/S変換器117を制御する。例えば、サブキャリア数がN₁のときは64シンボルで、サブキャリア数がN₂のときは32シンボルで、サブキャリア数がN₃のときは16シンボルで、S/P変換器103、FFT部104、等化器105、P/S変換器107のそれぞれの処理を行うようとする。なお、この実施形態における復調部112は、16QAMの方式でサブキャリアの復調を行い、復号器113は、誤り訂正符号化レート3/4で復号を行う。

【0040】このように、移動局2からは、移動速度を基にして決定されたサブキャリア数で情報伝送レートが一定のDATAが移動局2から路上局1に送信され、路上局1においては、制御信号により先に通達されたサブキャリア数を基にDATAの受信を行うようとしているから、移動局2の移動により路上局1との間でドップラーシフトが起こっても、路上局1での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。

【0041】また、この実施形態のようにサブキャリア数を少なくし、各サブキャリアの帯域幅を膨らませるようとした場合、ピットエラーレート(BER)を良好にすることができる。図9に、移動局2が180km/hで移動した場合のサブキャリア数に対するピットエラーレート(BER)のシミュレーション結果を示す。送信信号にガードインターバルを付加して送信を行うことを考えると、時差誤に運用される場合ガードインターバル内に遅延時間が納まることが多い。そこで、遅延時間がガードインターバル内となる2000ナノ秒(ns)以下のとき、その範囲においては、24サブキャリアよりも12サブキャリアの方がBERが良好になっている。

(第3実施形態)図10に、本発明の第3実施形態における路上局1と移動局2の通信状態を示す。

【0042】この実施形態では、移動局2は、移動速度手段によって検出された移動速度に基づき、図11に示すサブキャリア変調方式決定表(マップの形で移動局2に記憶されている)から路上局1との通信に利用するOFDM信号のサブキャリア変調方式を決定する。例えば、移動局2が移動速度Vkm/hで移動していたとすると、移動局2は、サブキャリア数決定表から、移動速度Vが0≤V<V_{1h}(低速移動時)のときは、サブキャリア変調方式を16QAMとし、移動速度VがV_{1h}≤V<V_{2h}(中速移動時)のときは、サブキャリア変調方式をQPSKとし、移動速度VがV_{2h}≤V(高速移動時)のときは、サブキャリア変調方式をBPSKとする。16QAMよりもQPSKの方が誤りに強く、QPSKよりもBPSKの方が誤りに強いため、移動局2の移動速度が大きくなるほど、誤りに強い変調方式になる。

【0043】また、サブキャリア変調方式が16QAMのときの情報伝送レートをF_{nmax}とすると、サブキャリア変調方式をQPSKにするときには情報伝送レート

がF_{nmax}/2に低下し、サブキャリア変調方式をBPSKにするときには情報伝送レートがF_{nmax}/4に低下するようとする。

【0044】移動局2と路上局1との間で、図3に示すような通信を行う場合、移動局2の送信機、路上局1の受信機は、図12、図13のように構成される。以下、第1実施形態との相違部分について説明する。

【0045】この実施形態における移動局2の送信機では、図12に示すように、コントローラ201は、車速10検出手段からの車速度情報を基に、図11に示すサブキャリア変調方式決定表からサブキャリア変調方式を決定するとともに情報伝送レートを決定し、サブキャリア変調方式と情報伝送レートの制御情報を符号器202に送出して路上局1に送信させる。

【0046】また、コントローラ201は、決定されたサブキャリア変調方式と情報伝送レートに基づいてDATAを送信する際に、符号器202とマッピング部203を制御する。マッピング部203は、16QAM、QPSK、BPSKのいずれかでサブキャリア変調を行うように構成されており、コントローラ201からの信号により、そのときのサブキャリア変調方式で変調を行う。なお、この実施形態におけるDATAの送信においては、サブキャリア数をN₁とし、誤り訂正符号化レートを3/4とする。

【0047】また、この実施形態における路上局1の受信機では、図13に示すように、コントローラは、制御情報を受信したときに、その制御信号により通達された方式でサブキャリアの復調を行うよう復調部112を制御する。この場合、復調部112は、16QAM、QPSK、BPSKのいずれかで復調を行うように構成されており、コントローラからの信号により、そのときの方式でサブキャリアの復調を行う。なお、この実施形態における復号器113は、誤り訂正符号化レート3/4で復号を行う。

【0048】このように、移動局2からは、移動速度を基にして決定されたサブキャリア変調方式で変調されたDATAが移動局2から路上局1に送信され、路上局1においては、先に伝達されたサブキャリア変調方式でDATAの復調を行うようとしている。ここで、上記したように、16QAMよりもQPSKの方が誤りに強く、QPSKよりもBPSKの方が誤りに強いため、移動局2の移動により路上局1との間でドップラーシフトが起こっても、移動局2の移動速度に応じたサブキャリア変調方式とすることにより、路上局1での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。

(第4実施形態)図14に、本発明の第4実施形態における、路上局1と移動局2の通信状態を示す。

【0049】この実施形態では、移動局2は、移動速度手段によって検出された移動速度に基づき、図15に示す誤り訂正符号化レート決定表(マップの形で移動局2

に記憶されている)から路上局1との通信に利用する誤り訂正符号化レートを決定する。例えば、移動局2が移動速度V km/hで移動していたとすると、移動局2は、誤り訂正符号化レート決定表から、移動速度Vが0 ≤ V < V_{lh} (低速移動時)のときは、誤り訂正符号化レートを3/4とし、移動速度VがV_{lh} ≤ V < V_{mh} (中速移動時)のときは、誤り訂正符号化レートを9/16とし、移動速度VがV_{mh} ≤ V (高速移動時)のときは、誤り訂正符号化レートを1/2とする。誤り訂正符号化レートは、それぞれのキャリアにマッピングしていく情報の誤り訂正の訂正能力を示すものである。ここで、誤り訂正符号化レート3/4よりも誤り訂正符号化レート9/16の方が誤りに強く、誤り訂正符号化レート9/16よりも誤り訂正符号化レート1/2の方が誤りに強いため、移動局2の移動速度が大きくなるほど、誤りに強い誤り訂正符号化レートになる。

【0050】また、誤り訂正符号化レートが3/4のときの情報伝送レートをF_{nmax}とすると、誤り訂正符号化レートを9/16にするときには情報伝送レートがF_{nmax}*3/4に低下し、誤り訂正符号化レートを1/2にするときには情報伝送レートがF_{nmax}*2/3に低下するようにする。

【0051】移動局2と路上局1との間で、図3に示すような通信を行う場合、移動局2の送信機、路上局1の受信機は、図16、図17のように構成される。以下、第1実施形態との相違部分について説明する。

【0052】この実施形態における移動局2の送信機では、図16に示すように、コントローラ201は、車速検出手段からの車速度情報を基に、図15に示す誤り訂正符号化レート決定表から誤り訂正符号化レートを決定するとともに情報伝送レートを決定し、誤り訂正符号化レートと情報伝送レートの制御情報を符号器202に送出して路上局1に送信させる。

【0053】また、コントローラ201は、決定された誤り訂正符号化レートと情報伝送レートに基づいてDATAを送信する際に、符号器202を制御する。符号器202は、情報伝送レートF_{nmax}、誤り訂正符号化レート3/4による符号化、情報伝送レートF_{nmax}*3/4、誤り訂正符号化レート9/16による符号化、および情報伝送レートF_{nmax}*2/3、誤り訂正符号化レート1/2による符号化のいずれかを行うように構成されており、コントローラ201からの信号により、そのいずれかで符号化を行う。なお、この実施形態におけるDATAの送信においては、サブキャリア数をN_sとし、サブキャリア変調方式を16QAMとする。

【0054】また、この実施形態における路上局1の受信機では、図17に示すように、コントローラ114は、制御情報を受信したときに、その制御信号により通過された誤り訂正符号化レートと情報伝送レートで復号を行うように復号部113を制御する。なお、この実施

形態における復調部112は、16QAMの方式でサブキャリアの復調を行う。

【0055】このように、移動局2からは、移動速度を基にして決定された誤り訂正符号化レートと情報伝送レートで符号化されたDATAが移動局2から路上局1に送信され、路上局1においては、先に伝達された誤り訂正符号化レートと情報伝送レートでDATAの復号を行うようしている。ここで、上記したように、誤り訂正符号化レート3/4よりも誤り訂正符号化レート9/16の方が誤りに強く、誤り訂正符号化レート9/16よりも誤り訂正符号化レート1/2の方が誤りに強いため、移動局2の移動により路上局1との間でドップラーシフトが起こっても、移動局2の移動速度に応じたサブキャリア変調方式とすることにより、路上局1での受信特性を大きく劣化させないようすることができる。

(第5実施形態) 図18に、本発明の第5実施形態における、路上局1と移動局2の通信状態を示す。

【0056】この実施形態では、移動局2は、移動時にも高品質な無線通信を提供できる無線通信手段として無線装置4(例えば、携帯電話など)を備える。この無線装置4からは、第1～第4実施形態と同様の制御情報が送信される。この場合、例えば、路上局1に対する所定エリア内に入ったとき(例えば、移動局2にGPS受信機を設けておき、GPS受信機によって検出された現在位置が路上局1に対して所定エリア内に入ったとき)、あるいは路上局1が所定間隔で路上に連続して配置される場合には、最初に路上局1と通信ができたときに、コントローラ201からの信号に基づいて無線装置4から自動的に制御情報が送信される。なお、DATA以外の送信信号を全て無線装置4を用いて路上局1に送信するようにしてもよい。

【0057】送信された制御情報は、無線装置4と通信を行う基地局3から回線交換機5を通して路上局1に送られる。図19に、路上局1の受信機の構成を示す。路上局1に送られた制御情報は、制御情報受信装置116で受信される。その受信された制御情報に基づき、第1～第4実施形態と同様の処理を行う。すなわち、第1実施形態のようにサブキャリア数と情報伝送レートの制御情報が送られる場合には、キャリア抽出部111、P/S変換器117が制御され、第2実施形態のようにサブキャリア数の制御情報が送られる場合には、S/P変換器103、FFT部104、等化器105、P/S変換器117が制御され、第3実施形態のようにサブキャリア変調方式と情報伝送レートの制御情報が送られる場合には、復調部112が制御され、第4実施形態のように誤り訂正符号化レートと情報伝送レートの制御情報が送られる場合には、復号部113が制御される。

(第6実施形態) 図20に、本発明の第6実施形態における、路上局1と移動局2の通信状態を示す。

【0058】上記した第1～第4実施形態では、移動局

2からの制御情報を受けて、路上局2での受信処理をそれに適合させるものを示したが、この実施形態では、移動局2の移動速度を検出する車速測定手段として車速測定器（例えば、レーダ送受信機など）6を路上器1の近傍に備えて、車速測定器6で測定した車速情報に基づいて、路上局1での受信処理を行うようにしている。

【0059】すなわち、路上局1では、車速測定器6で測定した車速情報を基に、図2に示すサブキャリア数決定表（マップの形で路上局1に記憶されている）から移動局2との通信に利用するOFDM信号のサブキャリア数を決定する（第1、第2実施形態の場合）、または図11に示すサブキャリア変調方式決定表（マップの形で路上局1に記憶されている）から移動局2との通信に利用するOFDM信号のサブキャリア変調方式を決定する（第3実施形態の場合）、あるいは図15に示す誤り訂正符号化レート決定表（マップの形で路上局1に記憶されている）から移動局2との通信に利用する誤り訂正符号化レートを決定する（第4実施形態の場合）。

【0060】従って、この実施形態によれば、路上局1では、移動局2から制御情報を受けなくても、移動局2の移動速度に応じた受信処理を行うことができる。

（第7実施形態）図21に、本発明の第7実施形態における、路上局1と移動局2の通信状態を示す。

【0061】上記した第1実施形態では、移動局2からサブキャリア数と情報伝送レートの制御情報を路上局1に送信するものを示したが、この実施形態では、そのような制御情報を用いずに、送信されたDATAのサブキャリア数が路上局1側で決定できるようにしている。

【0062】図22（a）～（d）に、移動局2の送信機におけるP/S変換器207から出力されるOFDM1シンボル時間の信号波形を示す。（a）はサブキャリア数を64とした場合の波形、（b）はサブキャリア数を32とした場合の波形、（c）はサブキャリア数を16とした場合の波形、（d）はサブキャリア数を8とした場合の波形である。図からわかるように、サブキャリア数を32とした場合には2つの繰り返し波形があり、サブキャリア数を16とした場合には4つの繰り返し波形があり、サブキャリア数を8とした場合には8つの繰り返し波形がある。そこで、このような波形の周期性を利用すれば、路上局1においてDATAのサブキャリア数を検出することができる。

【0063】図23に、この実施形態における路上局1の受信機の構成を示す。この実施形態では、キャリア推定器115が設けられ、このキャリア推定器115で推定したキャリア数を基にキャリア抽出器を制御して、第1実施形態と同様にDATAの受信処理を行うようにしている。

【0064】図24に、キャリア推定器115のサブキャリア数推定処理を示す。この実施形態では、最大送信サブキャリア数をN_{max}とし、最小送信サブキャリア数

をN_{max}/8としている。受信した信号のうちOFDM1シンボル時間内の波形を8つに分割し、それを①～⑧で示す。

【0065】まず、処理の開始にあたって、NをN_{max}、MをN_{max}/2、LをN_{max}/2とする（ステップ1151）。M、Lは、比較を行う波形の範囲を示す。この後、まずM=N_{max}/2（この場合、①～④の範囲）の波形とL=N_{max}/2（この場合、⑤～⑧の範囲）の波形とを比較し、両者が等しい波形と推定されるか否か、例えば後述するように両波形の相関値が所定値（スレッショルド）以上か否かを判定する（ステップ1152）。両波形が等しくないと推定されるときには、サブキャリア数をそのときのN（=64）とする。

【0066】両波形が等しいと推定される場合には、サブキャリア数がそれよりも少ない可能性があるため、N、L、Mをそれぞれ1/2の値にし（ステップ1153）、そのときのM（この場合、①～②の範囲）の波形とL（この場合、③～④の範囲）の波形とを比較し、両者が等しいと推定されるか否かを判定する（ステップ1152）。両波形が等しくないと推定されるときには、サブキャリア数をそのときのN（=32）とする。

【0067】両波形が等しいと推定される場合には、N、L、Mをさらにそれぞれ1/2の値にし（ステップ1153）、上記したのと同様の処理を行う。このようにして受信信号からその周期性を利用してサブキャリア数を推定することができる。

【0068】図25に、キャリア推定器115をハード的に構成した例を示す。OFDM1シンボル時間内の信号のうちMの期間の信号について遅延器1154にて遅延を行ったものと、それに続くLの期間の信号をマッチトフィルタ1155で相関をとり、絶対値回路1156でその絶対値をとる。また、Lの期間の信号のパワーをパワー検出器1157で検出し、割り算器1158で相関値の絶対値をLの期間の信号のパワーで割り算して、相関値の絶対値を正規化する。その正規化した信号をコンバレータ1159でスレッショルドと比較し、Mの期間の信号とLの期間の信号の間に相関があるか否かを判定する。Mの期間の信号とLの期間の信号の間に相関があるときには、コントローラ1160にてMとLの値をそれぞれ1/2にし、上記と同様の処理を再度行わせる。このようにして、図24に示す処理と同様、サブキャリア数を推定してその情報を出力することができる。

【0069】このようにすれば、移動局2から路上局1にサブキャリア数の制御情報を送信しなくても路上局1側でサブキャリア数を推定して、送信されたDATAの受信を良好に行うことができる。

（その他の実施形態）上記した第1ないし第6実施形態においては、移動局2から路上局1にDATAを送信するもの以外に、図26に示すように、路上局1から移動局2にDATAを送信する場合も同様に行うことができ

る。この場合、路上局1における送信機を図4、図7、図12、図16に示すのと同様の構成とし、制御手段をなすコントローラ（コントローラ114とは別に設けられたもの、またはコントローラ114が送受信の制御を行う場合にはコントローラ114である）により、受信した制御情報に基づいて図4、図7、図12、図16に示すのと同様に送信制御する。また、移動局2における受信機も、図5、図8、図13、図17、図19に示すのと同様の構成とし、制御手段をなすコントローラ（コントローラ201と別に設けられたもの、またはコントローラ201が送受信の制御を行う場合にはコントローラ201である）により、図5、図8、図13、図17、図19に示すのと同様に受信制御する。また、DATAの送信は、移動局2から、あるいは路上局1からのみでなく、双方から送信するようになっていてもよい。

【0070】なお、図4、図7、図12、図16に示す送信機においてコントローラ201を除く部分202～208が送信手段に相当し、図5、図8、図13、図17、図19に示す受信機においてコントローラ114を除く部分101～113が受信手段に相当する。

【0071】上記した第1～第4実施形態は、それぞれ独立した形で実施するものの他、任意の2つ以上の実施形態を組み合わせた形で実施するようになっていてもよい。また、第5、第6実施形態についても、そのような組み合わせによって実施するようにしてよい。

【0072】また、本発明は、移動局の移動速度に応じてサブキャリア数、サブキャリア変調方式、誤り訂正符号化レートを変えること以外の方式を用いるようにしてもよい。すなわち、移動局の移動速度に応じてドップラーシフトの影響を受けにくい方向に通信方式を変えるものであればよい。

【0073】また、本発明は、路上局と移動局の間で通信を行うものに限らず、基地局等の他の固定局と移動局の間で通信を行うものにも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態における路上局と移動局の通信状態を示す図である。

【図2】サブキャリア数決定表を示す図表である。

【図3】移動局と路上局との通信タイミングを示す図である。

【図4】本発明の第1実施形態における移動局の送信機構成を示す図である。

【図5】本発明の第1実施形態における路上局の受信機構成を示す図である。

【図6】本発明の第2実施形態における路上局と移動局の通信状態を示す図である。

【図7】本発明の第2実施形態における移動局の送信機構成を示す図である。

【図8】本発明の第2実施形態における路上局の受信機構成を示す図である。

【図9】本発明の第2実施形態において、移動局が180km/hで移動した場合のサブキャリア数に対するBERのシュミレーション結果を示す図である。

【図10】本発明の第3実施形態における路上局と移動局の通信状態を示す図である。

【図11】サブキャリア変調方式決定表を示す図表である。

【図12】本発明の第3実施形態における移動局の送信機構成を示す図である。

10 【図13】本発明の第3実施形態における路上局の受信機構成を示す図である。

【図14】本発明の第4実施形態における路上局と移動局の通信状態を示す図である。

【図15】誤り訂正符号化レート決定表を示す図表である。

【図16】本発明の第4実施形態における移動局の送信機構成を示す図である。

【図17】本発明の第4実施形態における路上局の受信機構成を示す図である。

20 【図18】本発明の第5実施形態における路上局と移動局の通信状態を示す図である。

【図19】本発明の第5実施形態における路上局の受信機構成を示す図である。

【図20】本発明の第6実施形態における路上局と移動局の通信状態を示す図である。

【図21】本発明の第7実施形態における路上局と移動局の通信状態を示す図である。

【図22】移動局の送信機におけるP/S変換器から出力されるOFDM1シンボル時間の信号波形を示す図である。

30 【図23】本発明の第7実施形態における路上局の受信機構成を示す図である。

【図24】図23中のキャリア推定器のサブキャリア数推定処理を示すフローチャートである。

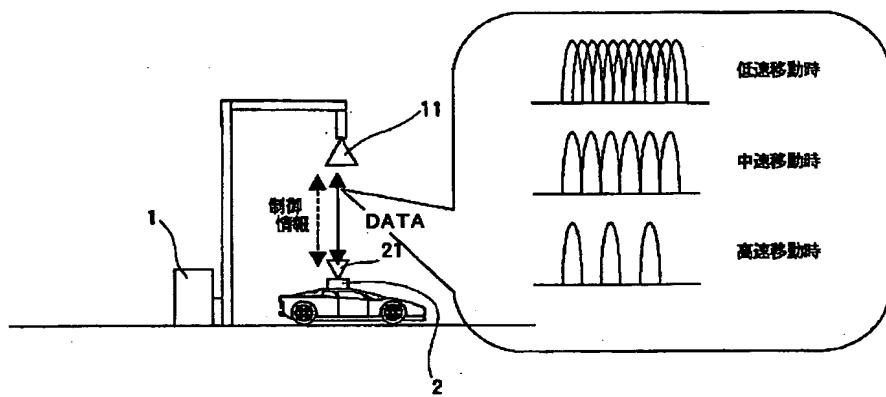
【図25】図23中のキャリア推定器をハード的に構成した場合の図である。

【図26】移動局と路上局との他の通信タイミングを示す図である。

【符号の説明】

40 1…路上局、2…移動局、11…路上局用アンテナ、12…移動局用アンテナ、101…同期部、102…G I除去部、103…S/P変換器、104…FFT部、105…等化器、107…P/S変換器、108…セレクタ、109…復調部、110…復号器、111…キャリア抽出部、112…復調部、113…復号器、114…コントローラ、115…キャリア推定器、116…制御情報受信装置、117…P/S変換器、201…コントローラ、202…符号器、203…マッピング部、204…S/P変換器、206…FFT部、207…P/S変換器、208…G I付加部。

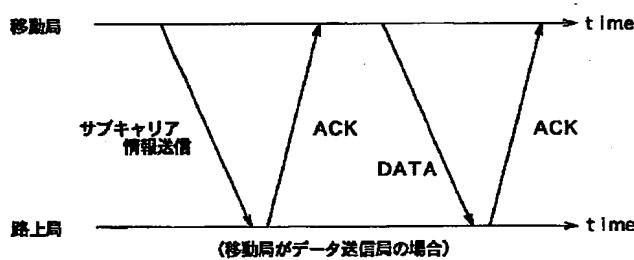
【図1】



【図2】

移動速度V	サブキャリア数
$0 \leq V < V_{Lh}$	N_L
$V_{Lh} \leq V < V_{Mh}$	N_M
$V_{Mh} \leq V$	N_H

【図3】



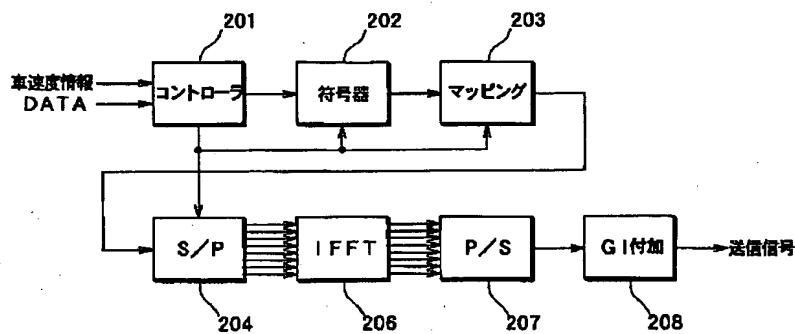
【図11】

移動速度V	変調方式
$0 \leq V < V_{Lh}$	16QAM
$V_{Lh} \leq V < V_{Mh}$	QPSK
$V_{Mh} \leq V$	BPSK

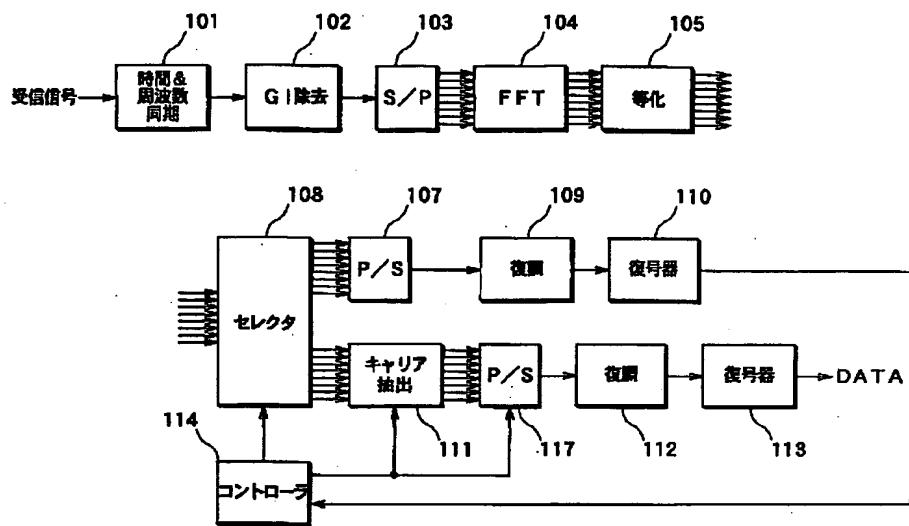
【図15】

移動速度V	符号化レート
$0 \leq V < V_{Lh}$	$R = 3/4$
$V_{Lh} \leq V < V_{Mh}$	$R = 9/16$
$V_{Mh} \leq V$	$R = 1/2$

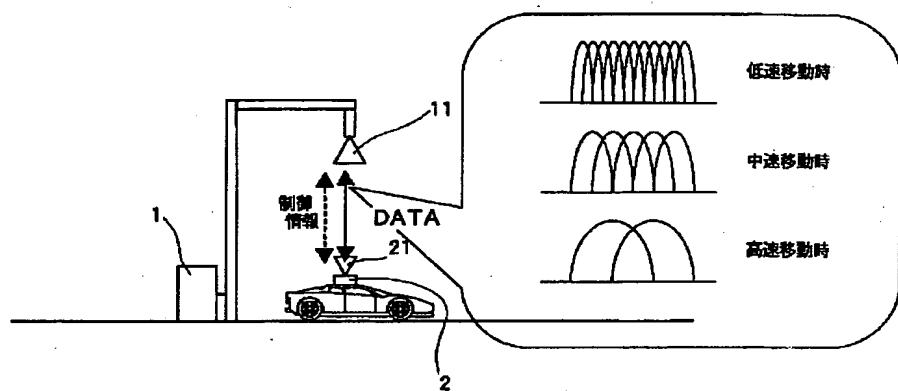
【図4】



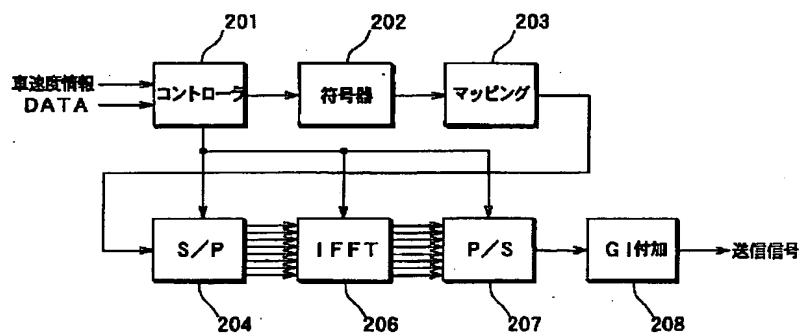
【図5】



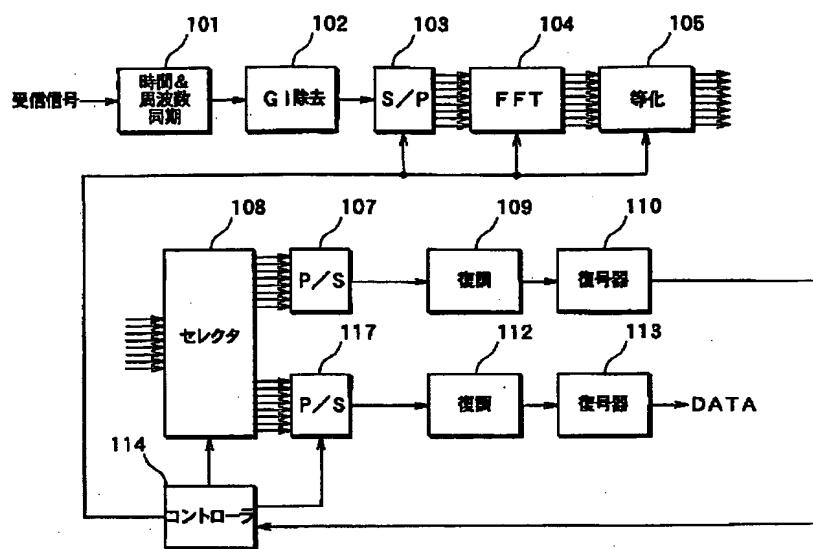
【図6】



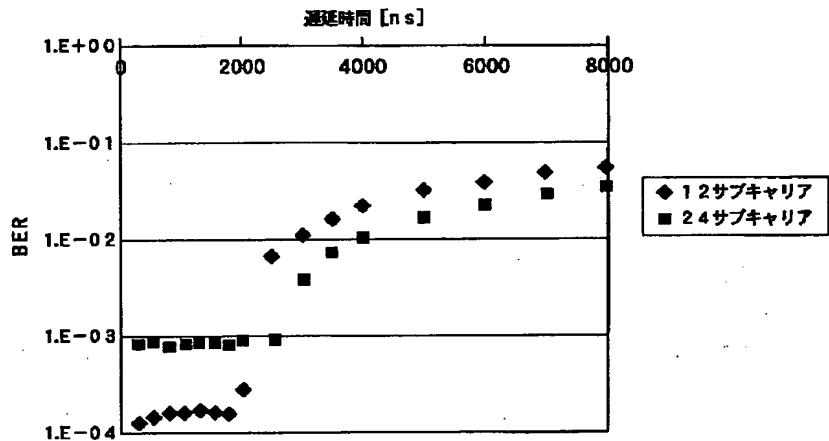
【図7】



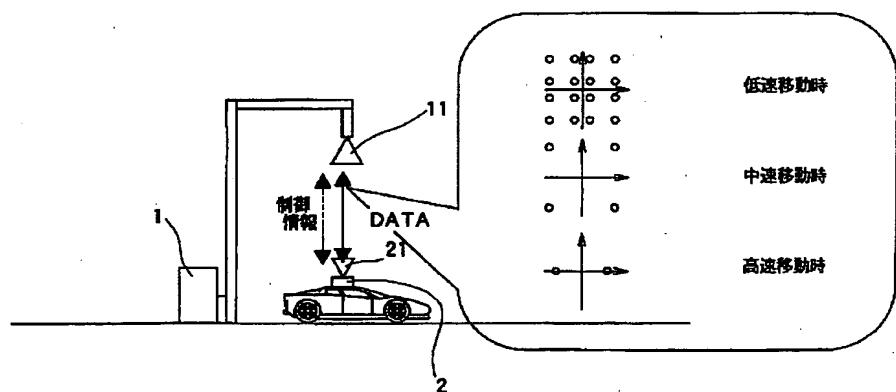
【図8】



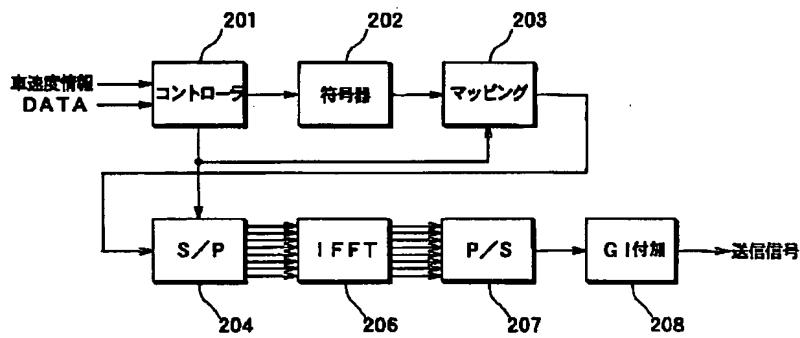
【図9】



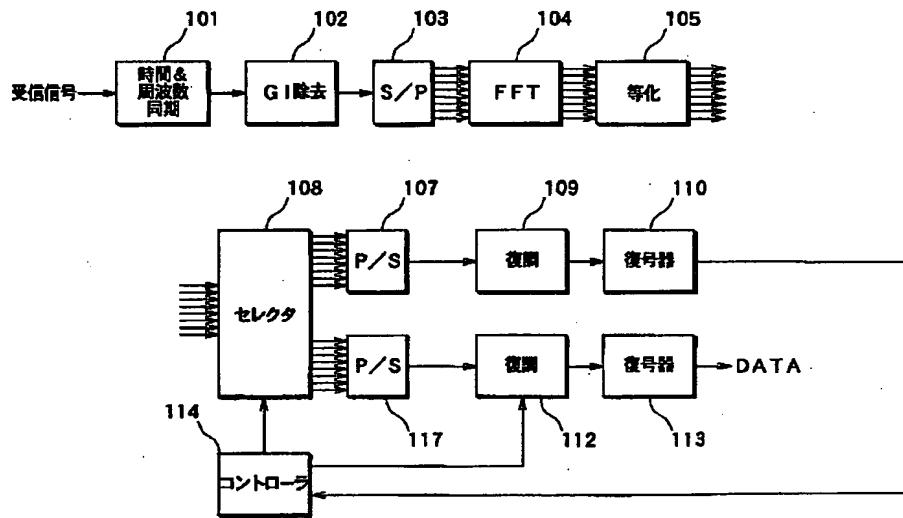
【図10】



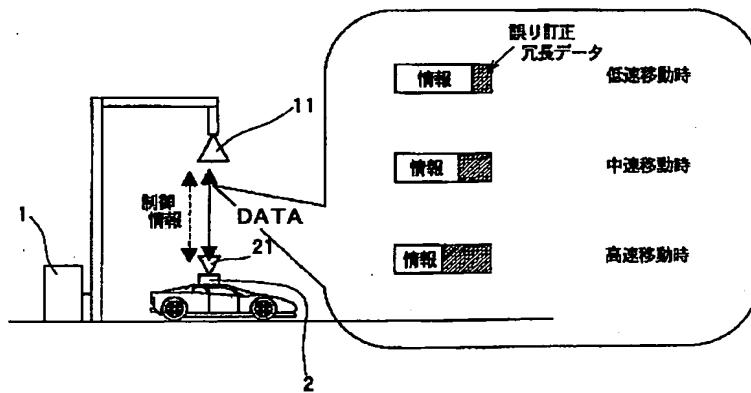
【図12】



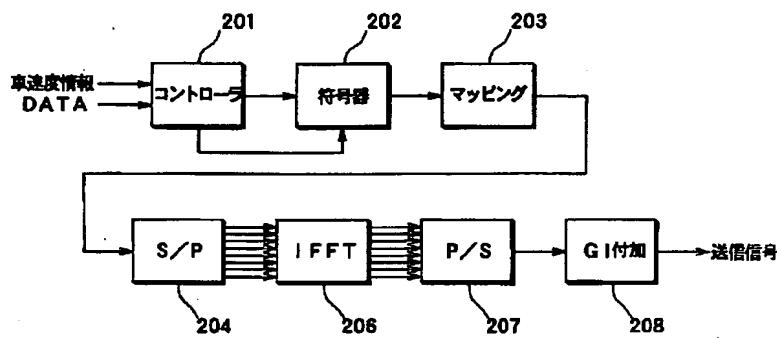
【図13】



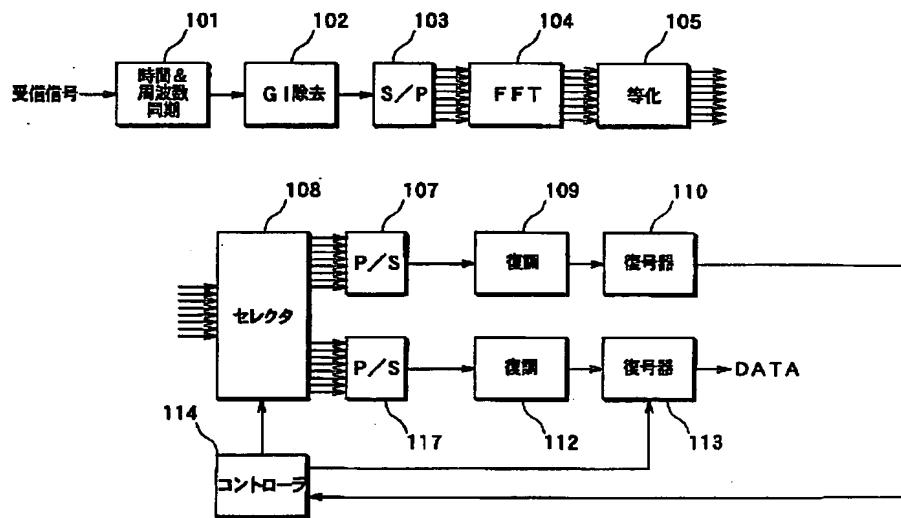
【図14】



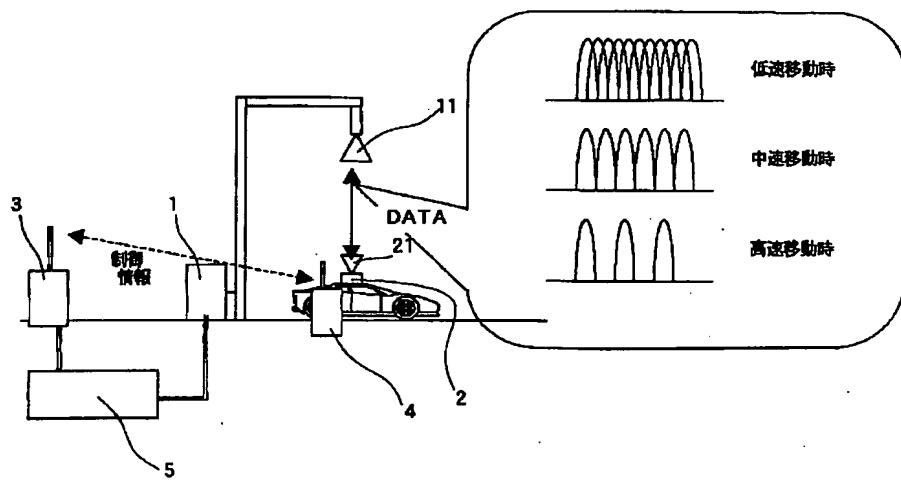
【図16】



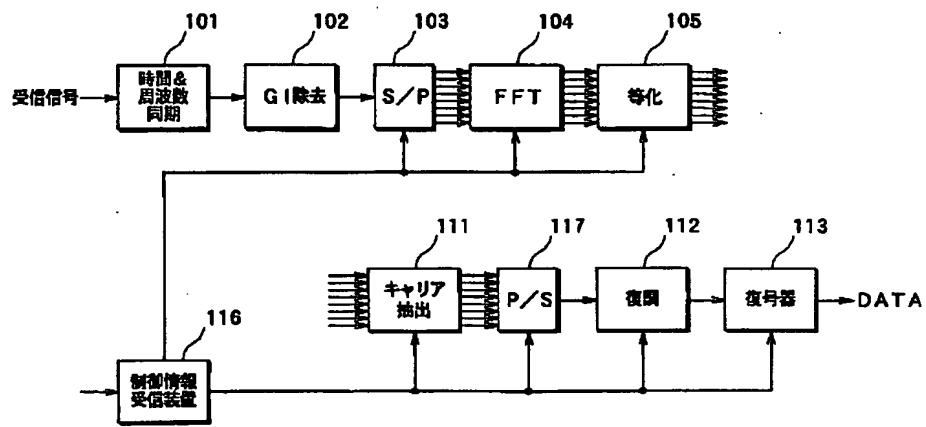
【図17】



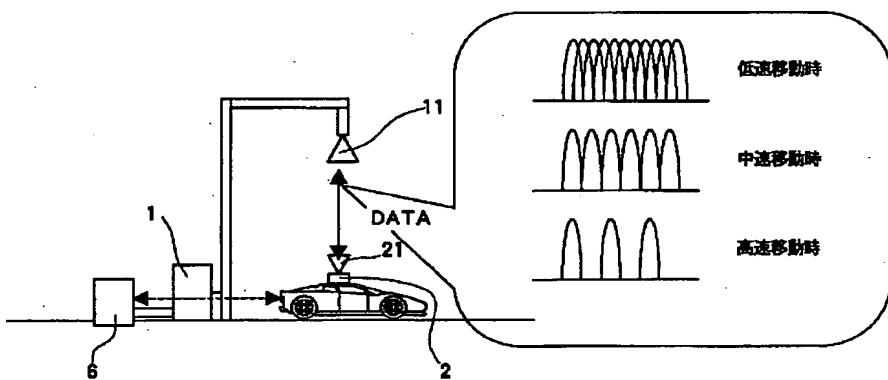
【図18】



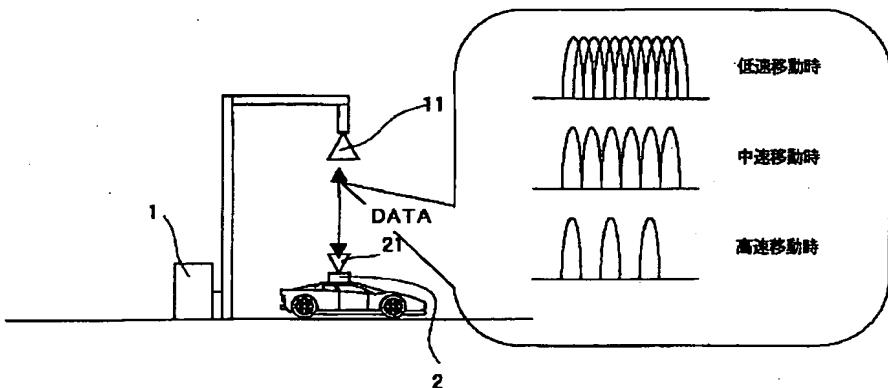
【図19】



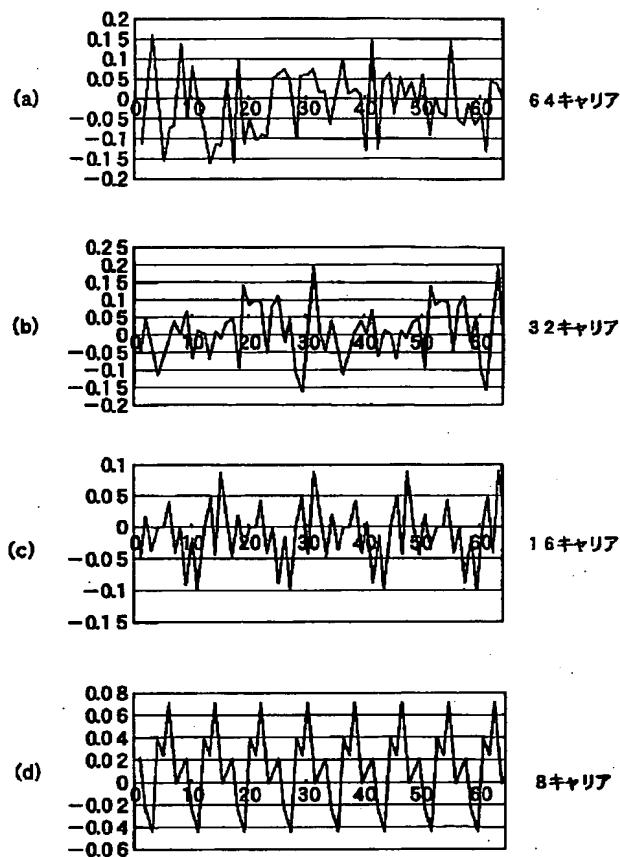
【図20】



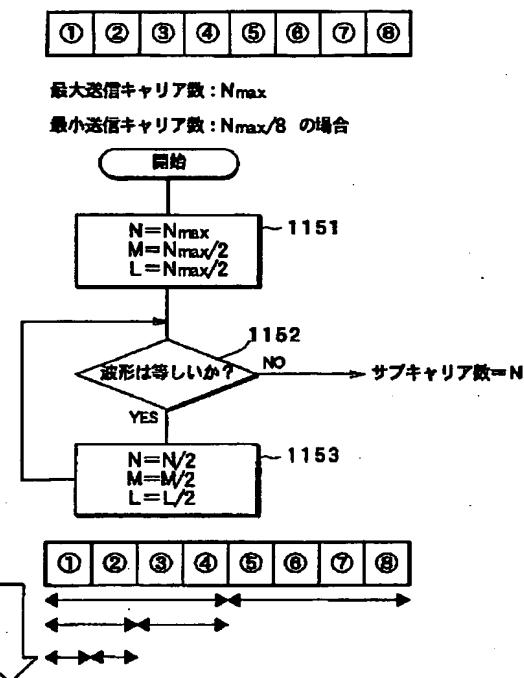
【図21】



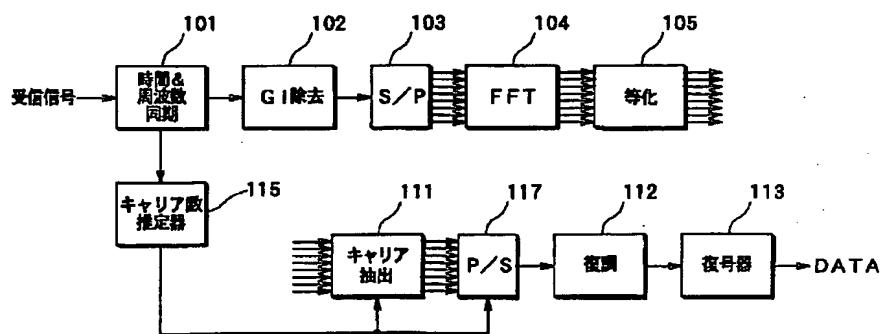
【図22】



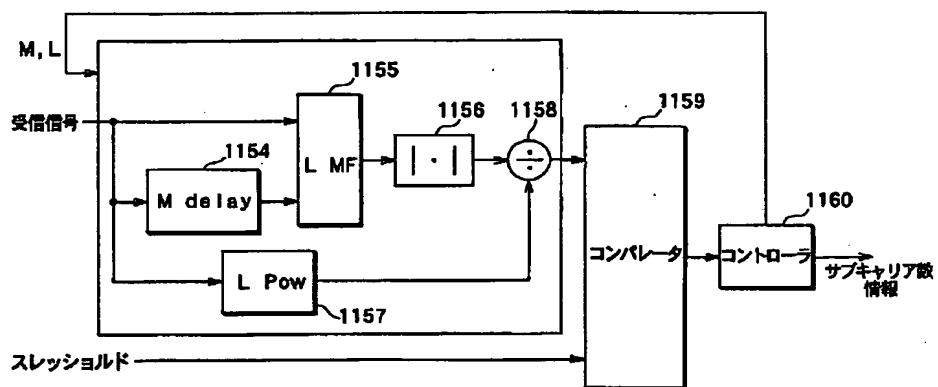
【図24】



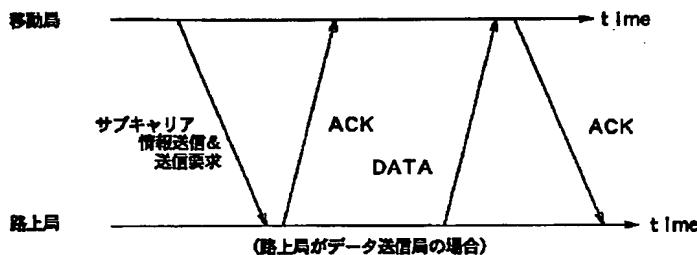
【図23】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5K014 AA01 BA05 FA11 HA05 HA10
 5K022 DD01 DD13 DD19 DD23 DD33
 5K041 AA02 BB02 CC02 FF01 FF32
 GG03 HH11
 5K067 AA03 BB03 BB21 DD51 EE02
 EE10 GG01 GG11 HH23

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.